Ministère de l'Agriculture,
des Pêcheries et de l'Alimentation

Direction de la recherche
scientifique et technique

Cahier d'information
No 120

INFLUENCE DU MODE DE RÉFRIGÉRATION SUR LA QUALITÉ DE LA CREVETTE AU DÉBARQUEMENT

par
Guy Auclair
et
Louis Belleau

Québec

NE PAS CITER
SANS L'AUTORISATION
DES AUTEURS

MAPAQ - Pêcheries
D.R.S.T. - Doc. rech. 84/22

INFLUENCE DU MODE DE REFRIGERATION

SUR LA QUALITE DE LA CREVETTE AU DEBARQUEMENT

PAR

Guy Auclair

et

Louis Belleau

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation
Sous-ministériat aux pêches maritimes
Direction de la recherche scientifique et technique
96, Montée Sandy Beach, Gaspé (Québec)
GOC 1RO

Gouvernement du Québec
Ministère de l'Agriculture,
des Pêcheries et de l'Alimentation

ISBN 2-550-16621-3
Dépôt légal - 4e trimestre 1986
Bibliothèque nationale du Québec

TABLE DES MATIÈRES

	Page
RÉSUMÉ	iii
ABSTRACT	iv
LISTE DES TABLEAUX	v
INTRODUCTION	1
1. Problèmes de conservation	1
2. Modes de conservation	2
A) La glace	2
B) Le système à plaques	5
C) Le système à air pulsé	5
D) Conservation hypobarique	6
E) Conservation sous atmosphère contrôlée	7
F) L'eau de mer réfrigérée	7
G) Les saumures refroidies	10
MATÉRIEL ET MÉTHODES	11
1. Généralités	11
2. Echantillonnage	11
RÉSULTATS ET DISCUSSION	13
CONCLUSION	16

TABLE DES MATIÈRES (suite)

	Page
REMERCIEMENTS	19
BIBLIOGRAPHIE	20

RÉSUMÉ

La qualité des produits marins est fonction de plusieurs facteurs. Parmi ceux-ci figure la réfrigération des captures durant la période de pêche. Nous avons comparé trois systèmes employés au Québec pour réfrigérer la crevette à bord des bateaux.

Il s'agit :

1 - de la glace uniquement (système conventionnel)

2 - de la glace plus un système à plaques

3 - de la glace plus un système à air forcé.

Cette étude a été entreprise dans le but de mesurer les effets de chacun de ces systèmes sur la qualité de la crevette au débarquement.

L'étude statistique des données a démontré que la qualité des crevettes conservées à l'aide du système conventionnel était significativement inférieure à celle des crevettes conservées à l'aide des autres modes de réfrigération. Toutefois, aucune différence n'a été observée entre ces derniers.

Mentionnons qu'avec l'utilisation du système à air forcé, une attention particulière doit être apportée afin que les couches supérieures soient entièrement recouvertes de glace pour éviter le dessèchement.

ABSTRACT

The quality of fishery products depends on several factors. One of them is the chilling of catches during the fishing trip. We compared three systems used in Quebec to chill shrimps onboard.

1 - Ice only (standard method)

2 - Ice plus - plate cooling system

3 - Ice plus - forced air cooling system

This study has been done to mesure the effects of each of those systems on the quality of shrimps at the unloading stage.

Results permit to conclude that forced air cooling system is not more damageable than plate system. However we observed significant differences between quality of shrimps stored with ice plus a mecanical cooling system and those stored with ice only.

Considering air flow created by forced air system, special care must be taken to cover very well the last catches with ice to avoid drying.

LISTE DES TABLEAUX

Page

TABLEAU I : Tableau des seuils ($\tilde{\alpha}$) obtenus par l'analyse de variance d'un schéma croisé à deux facteurs pour quatre paramètres et cinq jours de pêche différents 23

TABLEAU II : Test de Waller Duncan effectué sur le pourcentage moyen d'humidité contenu dans les crevettes au débarquement 24

TABLEAU III : Test de Waller Duncan effectué sur les moyennes obtenues par évaluation sensorielle des crevettes du deuxième jour de pêche 25

TABLEAU IV : Test de Waller Duncan effectué sur les moyennes obtenues par évaluation sensorielle des crevettes pour les jours de pêche 1, 3, 4 et 5 26

TABLEAU V : Test de Waller Duncan effectué sur les moyennes obtenues par dosage de l'azote basique volatil total en mg NH_3/100 g de crevettes 27

TABLEAU VI : Test de Waller Duncan effectué sur les moyennes obtenues par évaluation du compte-total à 25°C (Log. 10) par gramme de crevettes 28

INTRODUCTION

Depuis longtemps, la conservation des produits de la mer préoccupe les différents intervenants liés à l'industrie de la pêche et à la transformation de ses produits. Dans le but de prolonger la durée de conservation de cette denrée fortement périssable, plusieurs méthodes furent mises au point remportant plus ou moins de succès auprès des industriels, selon l'importance de l'investissement qu'elles nécessitaient et leurs aptitudes à prolonger la période de conservation.

1. Problèmes de conservation

Les principaux problèmes rencontrés pour la conservation des produits marins tout au long du processus de transformation dans l'industrie sont de trois ordres :

1 - chimique : ex : oxydation des lipides

2 - physique : ex : perte de poids surtout pour les captures placées au fond des cales, dues à de fortes pressions.

3 - microbiologique : ex : microorganismes putréfiants causant une détérioration enzymatique (Castell et al., 1956; Castell, 1957; Castell et al., 1959; Castell et Gilos, 1961.)

Il est évident que la qualité des prises transformées industriellement ne peut être supérieure à celle que possède ces dernières au débarquement. Plusieurs facteurs jouent un rôle sur le niveau de la qualité au débarquement. Les plus importants s'avèrent être :

1 - la saison de pêche
2 - le milieu de vie des espèces

3 - l'espèce
4 - la méthode de capture
5 - le mode de conservation à bord des bateaux
6 - le système de réfrigération utilisé.

2. Modes de conservation

Parmi les méthodes développées, la conservation par le froid est sans contredit la plus répandue.

A) La glace

La technique la plus couramment utilisée à travers le monde, soit la conservation par la glace, fait encore de nos jours l'objet de recherches très élaborées. L'écoulement de l'eau lors de la fonte de la glace, le niveau d'abaissement de la température et la vitesse de refroidissement attribuent à la glace des caractéristiques de choix (Waterman, 1965). Le nombre de microorganismes causant l'altération des prises se voit considérablement réduit par l'eau de la fonte. De plus, cet écoulement d'eau contribue au refroidissement de celles-ci et permet de drainer à la fois les microorganismes et le sang demeurés sur les individus pêchés. Le niveau d'abaissement de la température, qui se situe à environ 0°C, a pour effet de préserver la texture de la chair tout en agissant contre l'action enzymatique et la croissance bactérienne néfastes à la conservation des prises (Cheftel et Cheftel, 1978). La vitesse de refroidissement est donc un facteur déterminant de la qualité du produit débarqué. Avec un abaissement rapide de la température, la croissance bactérienne et l'activité enzymatique sont réduites proportionnellement, ce qui nous accorde un second moyen de contrôler les altérations de la chair.

Parmi les glaces communément utilisées, la glace d'eau douce ou hydrique se retrouve au premier rang. Elle peut être fabriquée avec :

- de l'eau pure;
- de l'eau de mer propre désalée;
- de l'eau faiblement chlorée contenant du chlore ou de l'hypochlorite (eau de javel) dans la proportion de 4 ppm;
- de l'eau faiblement oxygénée;
- de l'eau aseptisée par l'ozone (Dieuzeide et Novella, 1950).

La translucidité de ces glaces est due principalement à la méthode employée pour la fabrication. L'opacité des glaces provient des bulles d'air s'y trouvant emprisonnées.

La glace d'eau de mer peut être fabriquée mais présente un inconvénient sérieux : elle procure un froid de - 6°C environ et provoque la formation dans la chair du poisson, de gros cristaux de glace déchirant les tissus (Dieuzeide et Novella, 1950). Depuis 1945, un générateur de glace d'eau de mer a été mis au point en France. Cet appareil consiste en un refroidisseur d'eau de mer très lent, de façon à former des cristaux qui se greffent sur les arêtes de ceux préalablement formés. Cette glace présente un intérêt surtout dans les régions où l'approvisionnement en glace d'eau douce est habituellement difficile et onéreux (Soudan, 1965).

La glace légèrement salée possède cependant un avantage. Elle conserve l'éclat de la pigmentation de la peau des poissons mieux que la glace d'eau douce. L'état de conservation et la vitesse de refroidissement sont à peu de choses près les mêmes pour les deux types de glace, compte tenu de la congélation partielle qu'engendre la glace d'eau de mer (Soudan, 1965).

Aujourd'hui, il est de pratique courante d'utiliser des substances bactériostatiques dans les glaces comme d'ailleurs dans le cas des saumures refroidies et de l'eau de mer refroidie (RSW = Refrigerated Sea Water).

La glace eutectique est un mélange en proportions définies d'eau et d'un corps dissout ayant à pression constante un point de fusion fixe comme celui d'un corps pur. Les sels les plus fréquemment employés, en proportion très faible car il ne faut pas que la composition de la solution s'éloigne de l'eutectique, sont : NaCl, Na_2SO_4, Na_4HPO_2, $NaHCO_3$ et KNO_3... (Soudan, 1965). Un excès de sel peut entraîner les mêmes problèmes que dans le cas de la glace à l'eau de mer parce que le point de fusion de cette glace est passablement inférieur à 0°C.

Maintenant, dans certains pays, des navires possèdent de l'appareillage pour la fabrication de copeaux de glace à bord (Nederland, 1976), ce qui permet de satisfaire la demande en glace au fur et à mesure que le besoin s'en fait sentir. Ainsi, on restreint les pertes ou les manques de glace à chaque voyage. D'énormes économies peuvent être réalisées grâce à ce système. Au Québec, un tel équipement vient d'être mis à l'essai sur un navire de 135 pieds aux Iles-de-la-Madeleine.

Dans l'évolution normale de ce mode de réfrigération, différents systèmes ont été développés afin de diminuer la consommation de glace lors d'un séjour de pêche en mer.

En maintenant la température de la cale à un niveau assez bas, on empêche la fonte prématurée de cet élément indispensable au maintien d'une bonne qualité des captures. Toutefois, la température ne doit pas descendre sous le 0°C afin de permettre l'écoulement de la glace en fusion qui assure ainsi aux prises :

- une réfrigération plus rapide

- un lavage superficiel
- un niveau d'humidité convenable

B) Le système à plaques

Quelques bateaux de la flotte de pêche québécoise sont munis d'un système de refroidissement à plaques. Il s'agit d'une série de boîtes parallélépipédiques dont les dimensions se rapprochent de 25 cm de largeur, 75 cm de longueur et 5 cm d'épaisseur, reliées entre elles à l'aide de tuyaux métalliques d'un diamètre d'environ 2 cm. Cette canalisation, à l'intérieur de laquelle circule un fluide réfrigérant, communique avec un compresseur. Ce système fonctionne sur le même principe qu'un réfrigérateur domestique.

C) Le système à air pulsé

L'installation consiste le plus souvent en un réseau de serpentins au plafond ou aux parois de la cale sur lesquels l'air vient se refroidir par convection (Soudan, 1965). De façon à faciliter la circulation de l'air, on retrouve un ventilateur dans la cale qui propulse l'air sur les serpentins préalablement refroidis.

Un autre dispositif, celui-ci d'origine canadienne, consiste à faire circuler de l'air froid à l'aide d'un ventilateur dans une double paroi métallique formant la cale. L'alliage le plus souvent rencontré est l'aluminium Alcan. Dans ce type de système, l'air est refroidi par son passage à travers une série de serpentins dans lesquels voyage un fluide réfrigérant (ex : ammoniac, fréon 12, chlorure de méthyl, etc...)

L'avènement de ce système à air pulsé a suscité quelques réticences de la part de plusieurs personnes invoquant le dessèchement des captures par le système de ventilation.

C'est donc dans le but de mesurer les effets de ce dernier sur la qualité des captures que cette étude a été élaborée.

De plus, l'utilisation du bac de bord parallèlement au mode de conservation conventionnel à bord des navires nous a permis d'étudier leur comportement respectif face aux différents types de réfrigération utilisés et ce, sur une période de pêche de 5 jours.

D'autres modes de conservation peuvent être utilisés. Même si on ne les rencontre pas au Québec, il est bon, je crois, de donner quelques informations sur ces derniers.

D) Conservation hypobarique

A l'heure actuelle, des études ont été effectuées sur la conservation hypobarique (à basse pression) du poisson. Les conclusions que tirent les chercheurs de ces études semblent concorder sur un point. Selon Haard et Lee (1982), la conservation hypobarique du hareng éviscéré et de la morue leur permet de conclure à la supériorité de ce type de stockage par rapport à la réfrigération conventionnelle par :

1/ la protection des lipides contre l'oxydation
2/ le retardement de la phase logarithmique de croissance des bactéries
3/ la réduction du nombre de bactéries totales.

Des études menées par Borderias (1980) certifient que si les prises sont soumises simultanément à de basses pressions et au froid, le nombre de microorganismes viables est moindre que dans la méthode conventionnelle. Ses recherches lui permettent d'ajouter que la consommation de glace accuse une légère augmentation, voisine de 3% lorsqu'on emploie le système hypobarique.

E) Conservation sous atmosphère contrôlée

Ces dernières années, des chercheurs ont expérimenté un moyen de conservation du poisson à l'état cru basé sur le contrôle des gaz avoisinants la chair de poisson. Les gaz les plus fréquemment employés sont le CO_2, le CO, l'oxygène ainsi que l'azote. D'une façon générale, ils composent la totalité de l'atmosphère d'entreposage ou ils représentent une certaine proportion d'un mélange. Plusieurs auteurs, tel Barnett et al.(1978) ont observé les effets du CO_2 sur la microflore des crevettes durant l'entreposage. Ces résultats prouvent que le CO_2 inhibe la plupart des bactéries causant la détérioration des produits marins.

L'appréciation de l'efficacité des différentes méthodes utilisant ces gaz entraîne l'unanimité chez les auteurs en ce qui concerne le CO_2. On rapporte que l'évaluation organoleptique révèle des problèmes occasionnés par la conservation du poisson sous CO_2. Celui-ci blanchit, durcit et acquiert avec le temps un mauvais goût (Soudan, 1965). Les résultats présentés par Haard et Lee (1982), à la suite d'une évaluation sensorielle démontrent clairement les modifications indésirables observables lorsque le bioxyde de carbone est utilisé à des pressions de une atmosphère. Leur travail permet de conclure que la conservation du poisson en atmosphère CO_2, sous condition hypobarique, retient sa fraîcheur, sa saveur et sa texture.

F) L'eau de mer réfrigérée

L'utilisation de l'eau de mer pour réfrigérer le poisson (RSW) a connu dans certains pays durant les dernières années un développement important dans l'industrie de la pêche. Ce développement a été accéléré par la combinaison de plusieurs facteurs économiques (Roach et al., 1963; Roach et Lee, 1976; Roach, 1978).

- l'existence de stocks abondants de poisson pour lesquels il y a une demande croissante.

- un programme de subventions gouvernementales pour la construction de nouveaux bateaux de pêche et la rénovation d'anciens.

- la capacité d'adaptation de tous les secteurs de l'industrie: pêcheurs, propriétaires de bateaux, coopératives, grandes et petites entreprises de capture et de traitement du poisson.

Le procédé consiste à faire circuler de l'eau de mer dans un compartiment froid spécialement conçu pour abaisser la température de l'eau de mer à environ 0 à -1,5°C. Par la suite, on additionne les captures à cette eau refroidie. Comme dans le cas de la glace, le transfert de chaleur par convection a lieu du poisson vers le milieu réfrigérant (Kolbe, 1979).

Il est de pratique courante de conserver le poisson sur la glace (méthode précédente) après un court séjour dans l'eau de mer froide. Cette méthode peut être considérée comme un moyen de réduire la consommation en glace d'un navire de pêche, tout en effectuant un lavage préliminaire des captures.

De façon à améliorer l'efficacité de cette méthode, des substances de préservation (sorbate de potassium) ont été mises à l'essai pour aider à contrer la croissance bactérienne. En utilisant un mélange d'eau de mer diluée de moitié, pour limiter l'absorption des sels à des niveaux acceptables, et un agent de préservation à 0,2%, des chercheurs ont réussi à augmenter de 2 jours la durée possible du voyage de pêche et de 4 jours la durée de conservation des filets frais sur l'étalage (Tomlinson et al., 1978). Toutefois, jusqu'ici l'utilisation de cet additif n'a pas

été approuvée par la Direction de la protection de la santé du Ministère de la santé et du bien-être social.

Pour remplacer le refroidissement du poisson par la glace ou par immersion dans des réservoirs d'eau salée, des appareils ont été inventés afin de maximiser l'efficacité et le taux de refroidissement de l'eau de mer refroidie. L'avènement du pulvérisateur a permis de diminuer considérablement le nombre de microorganismes présents, comparativement aux deux autres systèmes qui consomment aussi de l'eau de mer. Les gains de poids enregistrés expérimentalement, en comparant la méthode RSW et celle du pulvérisateur, montrent que les prises n'ont subi que près de 1% d'augmentation avec cette nouvelle méthode. Également, avec les deux méthodes que l'on vient de mentionner, l'on observe des augmentations de concentration d'ions potassium et sodium qui naturellement se retrouvent dans la chair de poisson, dans les proportions respectives suivantes: 0,33 - 0,80% et 0,03 - 0,09%. Les études de Lawson (1976) confirment la meilleure aptitude du système à pulvérisation à conserver pendant une plus longue période, la qualité et l'intégrité de la chair.

Les efforts des chercheurs n'en restèrent pas là. Des tentatives pour associer différentes méthodes qui utilisent le froid ont été réalisées. La "slush ice", un mélange de 3 unités de poisson, 1 unité de glace et 1 unité d'eau de mer, a été l'objet d'une étude de la part de Lemon et Regier (1976). Une comparaison entre des maquereaux conservés sur la glace simultanément avec d'autres gardés au froid en "slush ice", montre qu'après 5 jours de refroidissement, le poisson conservé selon la deuxième méthode est resté en meilleure condition. Aucun oeil terne ou opalescent ou encore abdomen verdâtre ou noirâtre ne sont apparus lors d'une conservation en "slush ice", contrairement à la méthode conventionnelle.

G) Les saumures refroidies

On rencontre parfois des navires qui se servent de saumures pour remplacer l'eau de mer, dans le but d'abaisser la température de leurs prises. La saumure est généralement refroidie à l'aide d'une machine frigorifique ou, plus simplement, par l'addition de glace dans la solution salée, de manière à maintenir la température du bain entre -2°C et -4°C. L'expérience montre que lorsque le poisson n'a pas séjourné trop longtemps dans la saumure et qu'il est expédié dans la glace avec les soins habituels, il se conserve mieux que celui qui n'a pas été saumuré. En général, la concentration de la saumure est maintenue à 4 ou 5% (Soudan, 1965).

La conservation dans de la saumure contenant du dioxyde de carbone (CO_2) a été proposée par Barnett et al. (1978). Cette étude confronte trois méthodes de conservation des crevettes (Pandalus spp.), soit:

1) la conservation sur glace
2) la conservation en saumure froide
3) la conservation en saumure froide traitée avec du CO_2.

Les résultats démontrent clairement que la saumure au CO_2 ajoute environ 2 jours à la période normalement effective de 3 à 4 jours pour la conservation sur glace. Le CO_2 a pour effet de ralentir la croissance bactérienne, ainsi que l'activité enzymatique, car il modifie le pH (Barnett et al., 1978).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Généralités

L'expérience s'est déroulée en Gaspésie, plus précisément à Matane durant les mois de juin, juillet et août 1982.

Les navires utilisés étaient des crevettiers d'une longueur de 19.8 et 25 m utilisant chacun, l'un des trois modes de réfrigération suivants soit:

1- la glace uniquement
2- la glace plus un système à plaques
3- la glace plus un système à air forcé.

La cédule de pêche a été fixée à cinq jours. Le type de capture utilisée pour cette expérience était la crevette nordique (Pandalus borealis). L'échantillonnage a été effectué à trois reprises.

2. Échantillonnage

A chaque jour de pêche, une certaine quantité de crevettes était placée dans des bacs de bord avec de la glace. Ces derniers étaient identifiés de façon à pouvoir les retrouver facilement lors du débarquement.

Le reste des captures était conservé de la façon traditionnelle c'est-à-dire en vrac dans la glace. Toutefois, le plan de cale nous permettait de retrouver les captures provenant de chaque jour de pêche.

Lors du déchargement, les échantillons étaient prélevés de façon à obtenir des individus provenant du début, du milieu et de la fin de chaque journée de pêche. Le nombre a été déterminé selon un plan d'échantillonnage statistique spécifié dans la norme BNQ 8078-090. (Évaluation organoleptique de l'état de fraîcheur des crustacés et des mollusques, entiers, à l'état cru).

Immédiatement après l'échantillonnage, ces derniers subissaient l'évaluation organoleptique. Par la suite, ils étaient acheminés au laboratoire de Québec (environ 400km) dans des contenants isothermes maintenant la température près de 0°C, afin d'être soumis aux analyses bactériologiques et chimiques tel que prescrit par l'APHA (American Public Health Association, 1971) et l'AOAC (Association Official Agricultural Chemists, 1975). Le dosage de l'Azote Basique Volatil Total (ABVT) a été effectué selon la méthode modifiée de Pantaléon et Rosset (1970).

L'utilisation de mini-enregistreurs de température de marque SANAPRA (1982) nous a permis de vérifier la validité de l'information recueillie. En effet, un changement drastique dans la température biaise forcément les interprétations statistiques et les informations ainsi recueillies permettraient d'expliquer certains écarts.

Cet appareil possédait une durée d'enregistrement de sept jours avec une précision de 2% sur la température.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Afin d'obtenir la plus juste évaluation possible de la qualité de la crevete au débarquement, nous avons utilisé quatre (4) paramètres soit: le pourcentage d'humidité, l'évaluation sensorielle, l'azote basique volatil total et le compte total à 25°C.

Comme nous avons fait intervenir deux facteurs pouvant influencer la qualité de la crevette, soit: le système de refroidissement et le mode de conservation, il a fallut dans un premier temps, lors de l'analyse statistique des données, vérifier pour chaque paramètre et chaque jour de pêche, si l'interaction entre les deux facteurs était significative ou non. Le tableau I présente les seuils observés pour chaque facteur et leur interaction.

Lorsque l'interaction n'est pas significative ($\hat{\alpha} > 0,05$), il est possible d'évaluer directement l'effet dû à chacun des facteurs à l'aide d'un test de comparaisons multiples (Waller Duncan). Par contre, lorsque l'interaction est significative, il faut évaluer l'effet dû à chacun des deux facteurs en fixant le second. Cette situation s'est présentée seulement dans le cas de l'évaluation sensorielle des crevettes provenant du deuxième jour de pêche.

En analysant les résultats obtenus pour chaque paramètre, on s'aperçoit que: le mode de conservation, bac ou vrac, n'a aucun effet significatif sur la teneur en eau de la crevette. Par contre, le type de système de réfrigération utilisé a un effet significatif à plus de 99% dans le cas des crevettes capturées les premier et deuxième jour de pêche. Les résultats présentés au tableau II montrent que le pourcentage d'humidité pour les deux premiers jours de pêche est significativement plus élevé dans le cas du système conventionnel (80.81% et 83.16%) comparativement aux systèmes à air pulsé et à plaques où aucune différence significative n'a été observée (78.15% à 79.34%).

L'évaluation sensorielle de la crevette montre une interaction significative entre les deux facteurs, soit: les systèmes de réfrigération et les modes de conservation pour le deuxième jour de pêche. Afin d'évaluer les effets dû à chaque facteur, nous avons, pour chacun des trois systèmes de réfrigération, évalué l'effet dû aux modes de conservation et à l'inverse pour chacun des deux modes de conservation, évalué l'effet dû aux systèmes de réfrigération. Les résultats obtenus par le test de Waller Duncan sont présentés au tableau III.

Dans un premier temps lorsque l'on fixe le mode de conservation, on observe des différences significatives entre les systèmes de réfrigération lorsque la crevette est conservée en vrac. Cette observation ne se retrouve pas lorsque la crevette est conservée en bac. De plus, même si statistiquement on observe des différences significatives dans le cas du vrac, les moyennes variant entre 1.97 et 2.29, tous les échantillons seraient classés dans la catégorie "B", ce qui finalement n'apporte aucune différence au niveau de la classification.

Dans un deuxième temps, lorsque l'on fixe le système de réfrigération, on observe une différence significative entre les deux modes de conservation, uniquement dans le cas du système à plaques. Encore là, la différence observée statistiquement, n'a aucun impacte sur la classification du produit puisque les moyennes étant de 1.96 et 2.29 respectivement pour le bac et le vrac, les deux échantillons seraient classés dans la catégorie "B".

Puisqu'aucune autre interaction significative n'a été observée, on peut maintenant analyser les différences significatives rapportées au niveau du mode de conservation pour le jour 1. Les moyennes obtenues pour le bac et le vrac étant respectivement de 1.99 et 2.26 ne permettent pas d'obtenir une classification supérieure pour les échantillons conservés en bac même si ces deux moyennes sont, d'après l'analyse statistique, significativement différentes (tableau IV).

En ce qui concerne le dosage de l'azote basique volatil total, seules les valeurs obtenues pour les modes de conservation le premier jour de pêche ont amené des différences significatives. Ces valeurs étant respectivement pour le bac et le vrac de 66.55 et 103.77 mg NH_3/100 g de crevettes (tableau V).

Lors du dénombrement des bactéries totales à 25°C, aucune différence significative n'a été observée entre les échantillons conservés à l'aide du système conventionnel et du système à plaque pour les jours de pêche 1, 2 et 5. Par contre, à l'exception du jour 2, le système à air pulsé a présenté un compte significativement inférieur (tableau VI).

En ce qui concerne les modes de conservation, c'est aux jours 1 et 2 que le bac procure un compte bactérien (6.31 et 5.99) significativement inférieur à celui obtenu avec le vrac (7.05 et 6.82).

CONCLUSION

A la lumière des résultats obtenus, il est permis de croire que le système à air forcé utilisé adéquatement ne dessèche pas plus la crevette, que le système à plaques. Par contre, le système conventionnel (glace uniquement) conserve aux crevettes un taux d'humidité significativement supérieur.

De plus, le mode de conservation (bac ou vrac) n'a aucun effet significatif sur la teneur en eau de la crevette.

En ce qui concerne les trois autres paramètres utilisés pour évaluer la qualité de la crevette au débarquement, soit: l'évaluation sensorielle, la teneur en azote basique volatil total et le compte total à 25°C, nous devons porter une attention particulière au premier d'entre eux puisque c'est la seule méthode officielle permettant la classification de la crevette au Québec. Les deux autres paramètres devant servir d'appui au premier.

Ainsi donc, même si statistiquement des différences significatives ont été observées au niveau des modes de conservation pour le premier jour de pêche et au niveau des modes et des systèmes de réfrigération dans certaines conditions au jour 2, tous les échantillons soumis à l'évaluation sensorielle devaient être classés dans la même catégorie soit "B", ce qui ne représente pas actuellement pour le pêcheur un intérêt particulier. Toutefois, le fait d'observer des différences significatives en faveur du bac de bord, serait à prendre en considération dans l'éventualité ou un producteur serait intéressé à prolonger la durée de vie étagère de son produit.

Le paramètre chimique (ABVT) n'a démontré aucune différence significative entre les systèmes de réfrigération. Par contre pour le premier jour de pêche, la crevette conservée en bac présentait un taux d'azote basique volatil total significativement inférieur à celui obtenu avec la crevette conservée en vrac.

Le compte total à 25°C, quant à lui, est probablement le moins bon indicateur de qualité puisqu'il fluctue énormément parfois même lorsque le produit est soumis à des conditions de travail similaires. Par contre, la contamination présente sur la crevette aura tôt ou tard un effet de dégradation sur le produit et par le fait même doit être pris en considération.

A ce niveau le système à air forcé procure un compte bactérien significativement inférieur aux deux autres systèmes pour les premier et cinquième jours de pêche, alors qu'au jour 2 il se compare au système à plaques.

Pour ce qui est du mode de conservation, le bac est significativement plus avantageux que le vrac, et ce pour les deux premiers jours de pêche.

Dans l'ensemble, le système à air forcé se compare au système à plaques en ce qui concerne la teneur en eau de la crevette, alors que les autres critères d'évaluation de la qualité de la crevette tels: la couleur, l'odeur, la texture, l'ABVT sont surtout influencés par le mode de conservation et non le système de réfrigération. L'utilisation d'un système de réfrigération se limite donc à l'économie de glace qu'il engendre.

Il est bon toutefois de mentionner qu'avec l'utilisation du système à air forcé, une attention particulière doit être apportée afin que les couches superficielles soient entièrement recouvertes de glace et d'en éviter ainsi le dessèchement.

Notons de plus que peu importe le type d'unité réfrigérante utilisé, il est primordial de s'assurer que jamais la température ambiante de la cale ne doit descendre sous le 0°C pour deux principales raisons:

- La première est qu'à des températures inférieures à 0°C, la glace ne fond plus et par le fait même, perd ses propriétés réfrigérantes.

- La seconde est en rapport direct avec la texture du produit. La science des aliments a étudié depuis longtemps les répercussions qu'occasionne la congélation sur les tissus alimentaires. La cristallisation de l'eau, principalement, détériore grandement la texture des produits congelés et entraîne des exsudats proportionnels à la vitesse de refroidissement. On observe donc une perte de poids, perte de rendement et une qualité inférieure.

Le système de réfrigération n'est donc pas un moyen de remplacement de la glace, mais un outil permettant de prolonger ses effets et d'augmenter ainsi son efficacité.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier messieurs Pierre Lemieux, René Langlois et Ghislain Langlois, tous trois propriétaires d'un crevettier de Matane, soit le "Stéphane L. ", "L'Acadienne" et le "Lauréat" respectivement, pour leur étroite collaboration à la réussite de cet ouvrage.

Nous remercions aussi monsieur Clément Denis Durette qui nous a allégé la tâche principalement par une surveillance constante de l'activité des bateaux au port de Matane.

BIBLIOGRAPHIE

American Public Health Association (APHA), 1971. Standard Methods of Examination of Water and Waste Water. New York, N.Y.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 1975. Official Methods of Analysis. 12e édition.

Barnett, J.H., R.W. Nelson, P.J. Hunter, et H. Groninger, 1978. Use of Carbon Dioxyde Dissolved in Refrigerated Brine for the Preservation of Pink Shrimp (Pandalus spp.). Marine Fish. Rew. 40(9): 24-28.

Borderias, A.J., 1980. Essais sur la conservation hypobarique du pois son, en tant qu'adjuvant du froid. La pêche maritime, 1222: 35-38.

Bureau de normalisation du Québec, 1982. Normes - pêches - qualité - Evaluation organoleptique de l'état de fraîcheur des crustacés et des mollusques, entiers, à l'état cru. B.N.Q. 8078-090.

Castell, C.H., 1957. La détérioration du poisson frais et ses causes. J. Fish. Res. Board Can. Bull. 100: 3-17.

Castell, C.H., J. Dale et M.F. Greenough, 1959. Spoilage of Fish in Vessels at sea: 6. Variations in the Landed Quality of Trawler-caught Atlantic Cod and Haddock during a period of 13 months. J. Fish. Res. Board Can., 16(2): 223-233.

Castell, C.H. et J.G. Giles, 1961. Spoilage of Fish in the Vessels at Sea: 7. Further Studies on Seasonal Variations in the Landed Quality of Gutted, Trawler-caught Atlantic cod and haddock. J. Fish. Res. Board Can. 18(3): 295-302.

Castell, G.H., W.A. MacCallum et H.A. Power, 1956. Spoilage of Fish in Vessels at Sea: 2. Treatement on Deck and in the Hold. J. Fish. Res. Board Can., 13(1): 21-39.

Cheftel, J.C. et H. Cheftel, 1978. Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Édité par E.M.E., Paris, Volume 1, 381 pages.

Dieuzeide, R. et M. Novella, 1950. Essai sur la technique de conservation par le froid des poissons et autres animaux marins comestibles. Édité par Imprimerie Victor Heintz, Alger, pp. 65-140.

Haard, N.F. et Y.Z. Lee, 1982. Hypobaric Storage of Atlantic Salmon in a Carbon Dioxide Atmosphere. J. Inst. Can. Sci. Technol. Aliment, 15(1): 68-71.

Kolbe, E., 1979. Refrigerated Seawater Spray System Model for Shrimps Vessels. J. Food Sci., 44: 1420-1421.

Lawson, J.R., 1976. The Brine Spray, Method of Refrigerating Fish at Sea. Institut international du froid. Bull. Annexe 1976-1: 611-617.

Lemon, D.W. et L.W. Regier, 1976. Slush Ice Holding of Mackerel, J. Fish. Res. Board Can., Circular 65.

Nederland, P., 1976. Nouvelle machine pour la fabrication de glace à bord. La pêche maritime, 1174: 53.

Pantaléon, J. et R. Rosset, 1970. Contrôle de la qualité et de la salubrité du poisson et des coquillages. Association vétérinaire d'hygiène alimentaire.

Roach, S., 1978. L'utilisation de l'eau de mer réfrigérée pour la conservation du poisson en Colombie-Britannique. La pêche maritime. 1209: 713-715.

Roach, S.W. et F.N. Lee, 1976. Mesure de la température dans les bacs d'entreposage à l'eau de mer refroidie pour poisson. Institut international du froid. Commission B1 (Washington). Annexe 1976-2: 75-79.

Roach, S.W., J.S.M. Harrison et H.L.A. Tarr, 1963. Entreposage et transport du poisson en eau de mer réfrigérée. J. Fish. Res. Board Can., Bull. 126: 35-38.

SANAPRA, 1982. Mini-enregistreur Sanapra. La revue générale du froid. 72e année (3): 178-179.

Soudan, F., 1965. La conservation par le froid des poissons, crustacés et mollusques. Encyclopédie du froid, 514 pages.

Tomlinson, N., S.E. Geiger, G.A. Gibbard, D.T. Smith, B.A. Southcoll, and J.W. Boyd, 1978. Improving Landed Quality of Groundfish by Modification of Refrigerated Sea Water. Fish. Mar. Serv. Rep. No. 783.

Waterman, J.J., (1965). Which Kind of iced is best? Torry advisory Note 21.

Tableau I

Tableau des seuils ($\hat{\alpha}$) obtenus par l'analyse de variance d'un schéma croisé à deux facteurs pour quatre paramètres et cinq jours de pêche différents. (a)

Paramètre	Jour de pêche	Système de réfrigération	Mode de conservation	Interaction Système - Mode
Humidité	1	0.0003 ***	0.1491	0.9958
	2	0.0019 **	0.2574	0.4324
	3	0.2259	0.9402	0.9470
	4	0.5959	0.8634	0.0630
	5	0.7374	0.9247	0.3691
Evaluation sensorielle	1	0.9720	0.0058 **	0.6766
	2	0.3150	0.0486 *	0.0173 *
	3	0.8551	0.1666	0.5240
	4	1.0000	0.6376	0.5936
	5	0.9818	0.7639	0.7707
Azote basique volatil total (ABVT)	1	0.1487	0.0197 *	0.4870
	2	0.5215	0.0659	0.8415
	3	0.8371	0.0928	0.8506
	4	0.2534	0.2203	0.7397
	5	0.5189	0.7649	0.8258
Compte total à 25°C	1	0.0016 **	0.0097 **	0.0626
	2	0.0308 *	0.0426 *	0.4677
	3	0.3833	0.1448	0.7119
	4	0.2485	0.2014	0.1149
	5	0.0076 **	0.1564	0.9322

(a) * Significatif à 95% ($\hat{\alpha} < \alpha = 0,05$)

** Significatif à 99% ($\hat{\alpha} < \alpha = 0,09$)

*** Significatif à 99.9% ($\hat{\alpha} < \alpha = 0,001$)

Tableau II

Test de Waller Duncan effectué sur le pourcentage moyen d'humidité contenu dans les crevettes au débarquement. (a)

FACTEUR	N	JOUR DE PÊCHE 1	2	3	4	5
Système de réfrigération						
Conventionnel	6	80.81a	83.16a	79.25a	79.98a	78.47a
Air pulsé	6	79.02b	79.02b	78.79a	79.74a	79.55a
Plaques	6	78.15b	79.34b	78.26a	78.68a	78.56a
Mode de conservation						
Bac	9	79.62a	80.03a	78.75a	79.37a	78.92a
Vrac	9	79.03a	80.98a	78.78a	79.56a	78.80a

(a) Les moyennes ayant la même lettre pour un jour et un facteur donné ne sont pas significativement différentes ($\alpha > 0,05$).

Tableau III

Test de Waller Duncan effectué sur les moyennes obtenues par évaluation sensorielle des crevettes du deuxième jour de pêche.(b)

FACTEUR FIXE	SEUIL OBTENU ($\hat{\alpha}$) POUR LE 2e FACTEUR	TEST DE COMPARAISON MULTIPLE (Waller Duncan)		
		(A. pulsé)	(Conv.)	(Plaques)
Bac	0.3806	2.08a	2.04a	1.96a
Vrac	0.0489 *(a)	1.97a	2.17ab	2.29b
		(Bac)	(Vrac)	
Air pulsé	0.2771	2.08a	1.97a	
Conventionnel	0.3494	2.04a	2.17a	
A plaques	0.0048 **	1.96a	2.29b	

(a) * $\hat{\alpha} < \alpha = 0,05$
** $\hat{\alpha} < \alpha = 0,01$

(b) Pour un facteur fixe donné, les moyennes du deuxième facteur possédant la même lettre ne sont pas significativement différentes ($\alpha > 0,05$).

Tableau IV

Test de Waller Duncan effectué sur les moyennes obtenues par évaluation sensorielle des crevettes pour les jours de de pêche 1, 3, 4 et 5.(a)

FACTEUR	N	JOUR DE PÊCHE 1	2	3	4	5
Système de réfrigération						
Conventionnel	6	2.13a	(b)	1.92a	1.67a	1.65a
Air pulsé	6	2.11a		1.96a	1.67a	1.61a
Plaques	6	2.13a		1.86a	1.67a	1.63a
Mode de conservation						
Bac	9	1.99a		1.81a	1.63a	1.60a
Vrac	9	2.25b		2.01a	1.71a	1.65a

(a) Les moyennes ayant la même lettre pour un jour et un facteur donné ne sont pas significativement différentes ($\alpha > 0,05$).

(b) Étant donné l'interaction significative entre les deux facteurs étudiés au jour 2, le test de comparaisons multiples a dû être ajusté en conséquent, (tableau III).

Tableau V

Test de Waller Duncan effectué sur les moyennes obtenues par dosage de l'azote basique volatil total en mg. NH_3/100g de crevettes.(a)

FACTEUR	N	JOUR DE PÊCHE 1	2	3	4	5
Système de réfrigération						
Conventionnel	6	104.39a	73.28a	57.37a	53.28a	40.96a
Air pulsé	6	82.24a	63.64a	52.72a	38.50a	35.67a
Plaques	6	68.86a	61.66a	53.01a	58.20a	44.84a
Mode de conservation						
Bac	9	66.55a	57.43a	47.90a	43.83a	39.52a
Vrac	9	103.77b	74.96a	60.84a	56.16a	41.47a

(a) Les moyennes ayant la même lettre pour un jour et un facteur donné ne sont pas significativement différentes ($\alpha > 0,05$).

Tableau VI

Test de Waller Duncan effectué sur les moyennes obtenues par évaluation du compte total a 25°C (Log 10) par gramme de crevettes.(a)

FACTEUR	N	JOUR DE PÊCHE 1	2	3	4	5
Système de réfrigération						
Conventionnel	6	7.18a	6.96ab	6.24a	6.48a	6.57a
Air pulsé	6	5.87b	5.63a	5.66a	5.76a	5.44b
Plaques	6	6.99a	6.63b	6.11a	6.01a	6.25a
Mode de conservation						
Bac	9	6.31a	5.99a	5.73a	5.85a	5.90a
Vrac	9	7.05b	6.82b	6.28a	6.31a	6.27a

(a) Les moyennes ayant la même lettre pour un jour et un facteur donné ne sont pas significativement différentes ($\alpha > 0,05$).